



日 本 国 特 許 庁  
JAPAN PATENT OFFICE

別紙添付の書類に記載されている事項は下記の出願書類に記載されている事項と同一であることを証明する。

This is to certify that the annexed is a true copy of the following application as filed with this Office

出 願 年 月 日

Date of Application:

2001年 3月 7日

出 願 番 号

Application Number:

特願2001-063529

[ ST.10/C ]:

[ JP2001-063529 ]

出 願 人

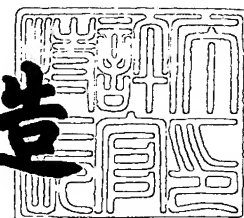
Applicant(s):

ファナック株式会社

2002年 3月 8日

特 許 庁 長 官  
Commissioner,  
Japan Patent Office

及 川 耕 造



出証番号 出証特2002-3014916

【書類名】 特許願

【整理番号】 20788P

【あて先】 特許庁長官 殿

【国際特許分類】 B29C 37/00

【発明者】

    【住所又は居所】 山梨県南都留郡忍野村忍草字古馬場 3 5 8 0 番地 ファ  
                                 ナック株式会社 内

    【氏名】 上口 賢男

【発明者】

    【住所又は居所】 山梨県南都留郡忍野村忍草字古馬場 3 5 8 0 番地 ファ  
                                 ナック株式会社 内

    【氏名】 内山 辰宏

【発明者】

    【住所又は居所】 山梨県南都留郡忍野村忍草字古馬場 3 5 8 0 番地 ファ  
                                 ナック株式会社 内

    【氏名】 窪田 和男

【特許出願人】

    【識別番号】 390008235

    【氏名又は名称】 ファナック株式会社

【代理人】

    【識別番号】 100082304

    【弁理士】

    【氏名又は名称】 竹本 松司

    【電話番号】 03-3502-2578

【選任した代理人】

    【識別番号】 100088351

    【弁理士】

    【氏名又は名称】 杉山 秀雄

【選任した代理人】

【識別番号】 100093425

【弁理士】

【氏名又は名称】 湯田 浩一

【選任した代理人】

【識別番号】 100102495

【弁理士】

【氏名又は名称】 魚住 高博

【選任した代理人】

【識別番号】 100101915

【弁理士】

【氏名又は名称】 塩野入 章夫

【手数料の表示】

【予納台帳番号】 015473

【納付金額】 21,000円

【提出物件の目録】

【物件名】 明細書 1

【物件名】 図面 1

【物件名】 要約書 1

【包括委任状番号】 9306857

【プルーフの要否】 要

【書類名】 明細書

【発明の名称】 射出成形機を用いた樹脂評価方法及び装置

【特許請求の範囲】

【請求項 1】 少なくとも射出速度及び樹脂温度条件を含む解析条件を設定し、該条件下で射出を行うことによって得られる少なくともスクリュ位置と樹脂圧力の関係又は射出開始からの経過時間と樹脂圧力の関係に基づいて、樹脂における樹脂圧力の樹脂温度依存度又は／及び速度又は流量依存度を求めることを特徴とする射出成形機の樹脂評価方法。

【請求項 2】 少なくとも射出速度及び樹脂温度条件を含む解析条件を設定し、該条件下で射出を行うことによって得られる少なくともスクリュ位置と樹脂圧力関係又は射出開始からの経過時間と樹脂圧力の関係に基づいて、樹脂における樹脂圧力と樹脂温度及び射出時の速度又は流量の相互依存の関係を求めることを特徴とする射出成形機の樹脂評価方法。

【請求項 3】 樹脂圧力と樹脂温度及び射出時の速度又は流量の相互依存の関係は、樹脂圧力を速度又は流量のべき乗と樹脂温度の指数関数で表した数式によって求める請求項 2 記載の射出成形機の樹脂評価方法。

【請求項 4】 上記数式に基づいて樹脂圧力の樹脂温度依存度及び速度又は流量依存度を求める請求項 3 記載の射出成形機の樹脂評価方法。

【請求項 5】 前記樹脂圧力は、射出成形機のノズル部の樹脂圧力を検出する圧力センサ又はスクリュに加わる樹脂からの圧力を検出する圧力センサによって検出する請求項 1 乃至請求項 4 の内 1 項記載の射出成形機の樹脂評価方法。

【請求項 6】 前記スクリュ位置と樹脂圧力又は射出開始からの経過時間と樹脂圧力の関係は、設定されたスクリュ位置における樹脂圧力又は設定経過時間における樹脂圧力の関係である請求項 1 ないし請求項 5 の内 1 項記載の射出成形機の樹脂評価方法。

【請求項 7】 前記樹脂温度条件は、ノズル温度又はシリンダ温度である請求項 1 乃至請求項 6 の内 1 項記載の射出成形機の樹脂評価方法。

【請求項 8】 樹脂の特性を評価するための少なくとも射出速度及び樹脂温度条件を含む解析条件を設定する手段と、該解析条件下で射出を行うことによ

て、設定スクリュ位置又は射出開始からの設定経過時間での樹脂圧力を検出する手段と、該設定スクリュ位置又は設定経過時間での検出樹脂圧力及び前記射出速度、樹脂温度に基づいて、樹脂における樹脂圧力の樹脂温度依存度又は／及び速度又は流量依存度を求める手段とを有する射出成形機を用いたの樹脂評価装置。

【請求項 9】 樹脂の特性を評価するための少なくとも射出速度及び樹脂温度条件を含む解析条件を設定する手段と、該解析条件下で射出を行うことによって、設定スクリュ位置又は射出開始からの設定経過時間での樹脂圧力を検出する手段と、該設定スクリュ位置又は設定経過時間での検出樹脂圧力及び前記射出速度、樹脂温度に基づいて、樹脂における樹脂圧力と樹脂温度及び射出時の速度又は流量の相互依存の関係を求める手段とを有する射出成形機を用いたの樹脂評価装置。

【請求項 10】 前記樹脂圧力の樹脂温度依存度又は／及び速度又は流量依存度を求める手段を、射出成形機に設ける代わりに射出成形機外部に設け、射出成形機を前記解析条件下で駆動し射出を行うことによって得られた、スクリュ位置データ又は射出開始からの経過時間データ、樹脂温度データ、射出速度データ、樹脂圧力データを該手段に入力して樹脂圧力の樹脂温度依存度又は／及び速度又は流量依存度を求める請求項 8 記載の樹脂評価装置。

【請求項 11】 樹脂圧力と樹脂温度及び射出時の速度又は流量の相互依存の関係を求める手段を、射出成形機に設ける代わりに射出成形機外部に設け、射出成形機を前記解析条件下で駆動し射出を行うことによって得られた、スクリュ位置データ又は射出開始からの経過時間データ、樹脂温度データ、射出速度データ、樹脂圧力データを該手段に入力して樹脂圧力と樹脂温度及び射出時の速度又は流量の相互依存の関係を求める請求項 9 記載の樹脂評価装置。

【請求項 12】 スクリュ位置データ又は射出開始からの経過時間データ、樹脂温度データ、射出速度データ、樹脂圧力データの代わりに、射出速度データ、樹脂温度データ及び設定されたスクリュ位置又は設定経過時間における検出樹脂圧力データを前記樹脂圧力の樹脂温度依存度又は／及び速度又は流量依存度を求める手段に入力するようにした請求項 10 記載の樹脂評価装置。

【請求項 13】 スクリュ位置データ又は射出開始からの経過時間データ、

樹脂温度データ、射出速度データ、樹脂圧力データの代わりに、射出速度データ、樹脂温度データ及び設定されたスクリュ位置又は設定経過時間における検出樹脂圧力データを前記樹脂圧力と樹脂温度及び射出時の速度又は流量の相互依存の関係を求める手段に入力するようにした請求項 1 1 記載の樹脂評価装置。

【請求項 1 4】 樹脂圧力と樹脂温度及び射出時の速度又は流量の相互依存の関係を求める手段は、樹脂圧力を速度又は流量のべき乗と樹脂温度の指数関数で表した数式による相互依存関係式を求める請求項 9、請求項 1 1 又は請求項 1 3 記載の樹脂評価装置。

【請求項 1 5】 前記樹脂圧力は、射出成形機のノズル部に設けられた圧力センサ又はスクリュに加わる樹脂からの圧力を検出する圧力センサによって検出する請求項 8 乃至請求項 1 4 の内 1 項記載の樹脂評価装置。

【請求項 1 6】 前記樹脂温度条件は、ノズル温度又はシリンダ温度である請求項 8 乃至請求項 1 5 の内 1 項記載の樹脂評価装置。

【発明の詳細な説明】

【 0 0 0 1 】

【発明の属する技術分野】

本発明は樹脂の特性を検出、分析し評価する方法及び装置に関する。

【 0 0 0 2 】

【従来の技術】

射出成形機等で成形加工をする場合、多量の成形条件を設定しなければならず、これら成形条件の最適値を設定し良成形品を得るには、経験と多大な時間を必要とする。又、成形を行う際に樹脂の種類が同一でも、製造ロット間で樹脂特性のバラツキがあり、それが原因となって不良成形が発生する場合があった。このような場合、従来は、特殊な樹脂特性測定装置を利用して剪断速度に対する粘度等の樹脂特性を測定している。

【 0 0 0 3 】

又、このような特殊な装置を使用せず、成形機を使用して直接樹脂の特性の違いを判定する場合には、成形時の圧力波形を求めこの圧力波形を比較することによって樹脂特性の変化を判断するしか方法がなかった。

## 【 0 0 0 4 】

## 【発明が解決しようとする課題】

成形時の圧力波形を比較することによって、ロット間の樹脂特性の違いを判別する方法は、相対的な樹脂の違いしか分からず、樹脂特性それ自体を把握できないという問題があった。又、特殊な樹脂特性測定装置で樹脂特性を測定する方法は、実際に成形機が成形作業を行っているときと同様な状態、すなわち熔融樹脂温度が高温で射出速度が高速の状態を作り出すことが困難なため、実際に利用可能な測定結果を得られなかった。

そこで、本発明の目的は、上記問題を解決するために、成形機を利用して、樹脂特性を測定する方法及び装置を提供することにある。

## 【 0 0 0 5 】

## 【課題を解決するための手段】

本発明は上記課題を解決するために、射出成形機に射出速度及び樹脂温度条件を含む解析条件を設定する手段を設け、射出速度及び樹脂温度条件を設定し、該解析条件下で射出を行う。樹脂圧力（射出圧力）を検出する手段を設けて、射出中に樹脂圧力（射出圧力）を検出する。樹脂圧力の樹脂温度依存度、速度又は流量依存度、若しくは樹脂圧力と樹脂温度、速度又は流量の相互依存の関係を求める手段により、検出樹脂圧力に基づいて、樹脂における樹脂圧力の樹脂温度依存度又は／及び速度又は流量依存度、若しくは、樹脂における樹脂圧力と樹脂温度及び射出時の速度又は流量の相互依存の関係を求める。この相互依存の関係は、樹脂圧力を速度又は流量のべき乗と樹脂温度の指数関数で表した数式によって求める。この数式に基づいて樹脂圧力の樹脂温度依存度及び速度又は流量依存度を求める。

## 【 0 0 0 6 】

樹脂圧力は、射出成形機のノズル部又はシリンダ先端部の樹脂圧力を検出する圧力センサ又はスクリュに加わる樹脂からの圧力を検出する圧力センサによって検出する。又、樹脂温度条件は、ノズル温度又はシリンダ温度とする。

## 【 0 0 0 7 】

又、樹脂圧力と樹脂温度及び射出時の速度又は流量の相互依存の関係、依存度

を求める手段は、射出成形機の制御装置内に設けるか、又は、射出成形機外部に設ける。

【0008】

【発明の実施の形態】

樹脂の温度と射出速度と樹脂圧力（射出圧力）の相互依存関係は、射出開始から所定の時間経過した時（又は所定のスクリュ位置）での樹脂圧力（射出圧力）を $P$ 、射出速度を $v$ 、樹脂温度（シリンダ温度、ノズル温度）を $T$ としたとき、次の（1）式で示す相互依存関係関数で表される。

【0009】

$$P = A v^{\alpha} e^{-\beta T} \dots \dots (1)$$

温度と射出速度を独立的に作用させるために、上記（1）に対して $\log$ を取り線形化すると次の（2）式となる。

【0010】

$$\log P = \log A + \alpha \log v - \beta T \dots \dots (2)$$

上記（2）式において、「 $\alpha$ 」は樹脂圧力（射出圧力）に影響を与える速度依存度を、又、「 $\log A - \beta T$ 」は樹脂の温度依存度を表す。

上記（2）式において、

$$\pi = \log P$$

$$\sigma = \log A$$

$$\omega = \log v$$

と置くと、上記（2）式は次の（3）式となる。

【0011】

$$\pi = \sigma + \alpha \omega - \beta T \dots \dots (3)$$

ここで、樹脂圧力（射出圧力） $P$ は、ノズル先端に取り付けてノズル先端における樹脂圧力を検出する圧力センサ、又は、スクリュに取り付けられスクリュに加わる樹脂からの圧力を検出する圧力センサからの検出圧力とし、又、射出速度 $v$ は、設定射出速度若しくは実際に測定した射出速度、樹脂温度 $T$ は設定ノズル温度又はシリンダ温度か実際に温度センサで測定したノズル又はシリンダ温度の測定値とし、解析条件として温度 $T$ 、射出速度 $v$ を変えて、例えばノズル部を開



放状態にして射出し、各射出毎にこれらの値を求め、これら値の組み（P、v、T）に対応する（ $\pi$ 、 $\omega$ 、T）を求め、この複数の組み（ $\pi$ 、 $\omega$ 、T）から、次の（4）式で示される線形最小2乗法によりパラメータ $\sigma$ 、 $\alpha$ 、 $\beta$ を求める。

【0 0 1 2】

【数1】

$$\sum_i (\pi_i - \sigma - \alpha \omega_i + \beta T_i)^2 = \text{最小値} \quad \dots\dots (4)$$

【0 0 1 3】

なお、iは求めたデータの組みの数を示すものであり、射出速度や樹脂温度を変えてN回の射出を行い $i = 1 \sim N$ で、N個の測定値の組み（ $P_i$ 、 $v_i$ 、 $T_i$ ）が得られ、それより（ $\pi_i$ 、 $\omega_i$ 、 $T_i$ ）の組みを得るものである。

最小2乗法の係数計算式にのっとって、

【0 0 1 4】

【数2】

$$\sum_i \pi_i - N\sigma - \alpha \sum_i \omega_i + \beta \sum_i T_i = 0 \quad \dots\dots (5)$$

【0 0 1 5】

【数3】

$$\sum_i \omega_i \pi_i - \sigma \sum_i \omega_i - \alpha \sum_i \omega_i^2 + \beta \sum_i T_i = 0 \quad \dots\dots (6)$$

【0 0 1 6】

【数4】

$$\sum_i T_i \pi_i - \sigma \sum_i T_i - \alpha \sum_i T_i \omega_i + \beta \sum_i T_i^2 = 0 \quad \dots\dots (7)$$

【0 0 1 7】

上記（5）～（7）式から、3元連立方程式として、 $\sigma (= \log A)$ 、 $\alpha$ 、 $\beta$ を求めることができる。これにより、樹脂圧力（射出圧力）の速度依存度 $\alpha$ 、樹脂温度依存度（ $\log A - \beta T$ ）を求め樹脂特性を評価する。

【0 0 1 8】

図 7 は、射出速度  $v$  を  $75 \text{ mm/s}$  として、樹脂温度（ノズル温度） $T$  を  $270^\circ \text{C}$ 、 $280^\circ \text{C}$ 、 $290^\circ \text{C}$  に変えて、射出開始からの経過時間の関数として樹脂圧力（射出圧力） $P$  を測定した結果を示す図で、この図 A から明かのように、樹脂温度  $T$  によって樹脂圧力（射出圧力） $P$  は変わることを示している。

【0019】

又、図 8 は、樹脂温度（ノズル温度） $T$  を  $270^\circ \text{C}$ 、 $280^\circ \text{C}$ 、 $290^\circ \text{C}$  に変え、かつ射出速度  $v$  を変えて、射出終了時（保圧開始時）の樹脂圧力（射出圧力） $P$  を測定した結果を示す図で、この図 8 は、射出速度  $v$  及び樹脂温度  $T$  によって、樹脂圧力（射出圧力） $P$  が変化し、樹脂圧力（射出圧力） $P$ 、射出速度  $v$ 、樹脂温度  $T$  が相互に依存していることを示している。

【0020】

又、図 9 は、樹脂の乾燥時間に対する樹脂評価値を示す図で、上述した相互依存関係関数である（2）式により求められた、速度依存度  $\alpha$ 、樹脂温度依存度（ $\log A - \beta T$ ）を樹脂の乾燥時間に対して求めたものである。この図 9 に示すように、樹脂の乾燥時間によって、速度依存度  $\alpha$ 、樹脂温度依存度（ $\log A - \beta T$ ）は変化し、これにともなって、樹脂圧力（射出圧力） $P$ 、射出速度  $v$ 、樹脂温度  $T$  の相互依存関係も変化することを示している。

【0021】

又、上記相互依存関係関数の 1 式は、シリンダの断面積を考慮して速度によって流量が表される場合に適用されるもので、樹脂流量  $Q$  と樹脂の温度  $T$  と射出速度  $v$  と樹脂圧力（射出圧力） $P$  の相互依存関係関数は次の（8）式となる。なお、この流量  $Q$  は、射出時の樹脂流量で射出速度にシリンダの断面積をかけた数値に等しいものである。

【0022】

$$P = B Q^\gamma e^{-\beta T} \dots \dots (8)$$

$\log$  を取り線形化すると次の（9）式となる。

【0023】

$$\log P = \log B + \gamma \log Q - \beta T \dots \dots (9)$$

上記（9）式において、「 $\gamma$ 」は樹脂圧力（射出圧力）に影響を与える流量依

存度を、又、「 $\log A - \beta T$ 」は樹脂の温度依存度を表す。

上記(9)式において、

$$\pi = \log P$$

$$\sigma = \log B$$

$$\omega = \log Q$$

と置くと、

$$\pi = \sigma + \gamma \omega - \beta T \cdots \cdots (10)$$

例えば、ノズル部を開放状態にして、解析条件として樹脂温度 $T$ 、射出速度 $v$ を変えて $N$ 回( $i = 1 \sim N$ )の射出を行い、各射出毎の樹脂温度 $T$ 、射出速度 $v$ 、樹脂圧力(射出圧力) $P$ を求め、かつ射出速度 $v$ にシリンダ断面積を乗じて流量 $Q$ を求め、これら値の組み $N$ 個のデータの組み( $P_i, Q_i, T_i$ )を求め、さらにこれより、( $\pi_i, \omega_i, T_i$ )を得る。そして、この $N$ 回( $i = 1 \sim N$ )の射出データの組み( $\pi_i, \omega_i, T_i$ )から、線形最小2乗法によりパラメータ $\sigma, \gamma, \beta$ を求める。

【0024】

【数5】

$$\sum_i (\pi_i - \sigma - \gamma \omega_i + \beta T_i)^2 = \text{最小値} \cdots \cdots (11)$$

最小2乗法の計数計算式にのっとって、

【0025】

【数6】

$$\sum_i \pi_i - N\sigma - \gamma \sum_i \omega_i + \beta \sum_i T_i = 0 \cdots \cdots (12)$$

【0026】

【数7】

$$\sum_i \omega_i \pi_i - \sigma \sum_i \omega_i - \gamma \sum_i \omega_i^2 + \beta \sum_i T_i = 0 \cdots \cdots (13)$$

【0027】

【数 8】

$$\sum_i T_i \pi_i - \sigma \sum_i T_i - \gamma \sum_i T_i \omega_i + \beta \sum_i T_i^2 = 0 \quad \dots\dots (14)$$

【0028】

上記(12)～(14)式から、3元連立方程式として、 $\sigma (= \log B)$ 、 $\gamma$ 、 $\beta$ を求めることができる。これにより、樹脂圧力（射出圧力）の流量依存度 $\gamma$ 、樹脂温度依存度（ $\log B - \beta T$ ）を求め樹脂特性を評価する。

【0029】

図1は、本発明の樹脂評価方法を実施する樹脂評価装置の一部、若しくは評価装置自体を構成する射出成形機の制御装置1の一実施形態のブロック図である。

制御装置1は、数値制御用のマイクロプロセッサであるCNC用CPU25、プログラマブルマシンコントローラ用のマイクロプロセッサであるPMC用CPU21、サーボ制御用のマイクロプロセッサであるサーボ用CPU22、および、A/D変換器12を介して射出成形機本体側に設けられた射出圧等の各種圧力を検出するセンサからの信号をサンプリング処理を行ってRAM14に格納する圧力モニタ用CPU20を有する。特に、本発明と関係して、スクリュに取り付けられ、スクリュに加わる溶融樹脂からの圧力である射出圧を検出するロードセル等の圧力センサ（図示せず）からの信号が入力され、RAM14に記憶されると共に、後述するように、樹脂評価のためのデータテーブルTb-1にもこの射出圧力データは記憶されるようになっている。又、バス30を介して相互の入出力を選択することにより各マイクロプロセッサ間での情報伝達が行えるようになっている。

【0030】

PMC用CPU21には射出成形機のシーケンス動作を制御するシーケンスプログラム等を記憶したROM15および演算データの一時記憶等に用いられるRAM16が接続され、CNC用CPU25には、射出成形機を全体的に制御する自動運転プログラム等を記憶したROM27および演算データの一時記憶等に用いられるRAM28が接続されている。

【0031】

また、サーボ用CPU22には、位置ループ、速度ループ、電流ループの処理を行うサーボ制御専用の制御プログラムを格納したROM17やデータの一時記憶に用いられるRAM18が接続されている。圧力モニタ用CPU20には、該圧力モニタ用CPU20が行う制御の制御プログラムを記憶したROM13および、前述した、各種センサが検出した圧力等を記憶するRAM14が接続されている。

#### 【0032】

更に、サーボ用CPU22には、該CPU22からの指令に基いて型締用、射出用、スクリュウ回転用、エジェクタ用等の各軸のサーボモータ10を駆動するサーボアンプ19が接続され、各軸のサーボモータ10に取り付けられた位置・速度検出器11からの出力がサーボCPU22に帰還されるようになっている。各軸の現在位置は位置・速度検出器11からの位置のフィードバック信号に基いてサーボCPU22により算出され、各軸の現在位置記憶レジスタに更新記憶される。図1においては射出軸（スクリュウを軸方向に駆動する軸）を駆動するサーボモータ10と該サーボモータ10に取り付けられ、該サーボモータの回転位置によって、スクリュウ位置・速度を検出する位置・速度検出器11についてのみ示しているが、クランプ用、エジェクタ用等の各軸の構成は皆これと同様である。

#### 【0033】

インターフェイス23は射出成形機本体の各部に配備したリミットスイッチや操作盤からの信号を受信したり射出成形機の周辺機器等に各種の指令を伝達したりするための入出力インターフェイスであり、本願発明に関して特に、射出成形機のシリンダ及びノズルに取り付けられた温度センサ（図示せず）からの温度検出信号が入力されるようになっている。

#### 【0034】

ディスプレイ付手動データ入力装置29はCRT表示回路26を介してバス30に接続され、グラフ表示画面や機能メニューの選択および各種データの入力操作等が行えるようになっており、数値データ入力用のテンキーおよび各種のファンクションキー等が設けられている。なお、表示装置としては液晶を用いたものでもよい。又バス30には通信インターフェイス31が接続され、該通信インタ

ーフェイス 3 1 を介してパーソナルコンピュータ（以下パソコンという）が接続可能にされている。

【 0 0 3 5 】

不揮発性メモリで構成されるデータ保存用 R A M 2 4 は射出成形作業に関する成形条件と各種設定値、パラメータ、マクロ変数等を記憶する成形データ保存用のメモリである。又、本発明と関係して、該データ保存用 R A M 2 4 には後述する樹脂特性を評価するための測定データである、サンプリング時毎の射出圧力、スクリュ位置、さらには、射出速度、ノズル温度、シリンダ温度を記憶するデータテーブル T b - 1 又は後述するデータテーブル T b - 2 がこのデータ保存用 R A M 2 4 に設けられている。

【 0 0 3 6 】

以上の構成により、PMC用CPU 2 1 が射出成形機全体のシーケンス動作を制御し、CNC用CPU 2 5 がROM 2 7 の運転プログラムやデータ保存用 R A M 2 4 に格納された成形条件等に基づいて各軸のサーボモータに対して移動指令の分配を行い、サーボCPU 2 2 は各軸に対して分配された移動指令と位置・速度検出器 1 1 で検出された位置および速度のフィードバック信号等に基づいて、従来と同様に位置ループ制御、速度ループ制御さらには電流ループ制御等のサーボ制御を行い、いわゆるデジタルサーボ処理を実行する。

【 0 0 3 7 】

上述した構成は従来の電動式射出成形機の制御装置と変わりはなく、本発明の樹脂評価装置は、この射出成形機の制御装置自体若しくは、この制御装置とパソコンで構成される。

そこで、まず、この射出成形機の制御装置 1 とパソコンで樹脂評価装置を構成するときの本発明の第 1 の実施形態について説明する。

【 0 0 3 8 】

図 2 は、樹脂を評価するためのデータを取得するための射出成形機の制御装置のPMC用CPU 2 1 が実施する処理のフローチャートである。なお、PMC用CPU 2 1 以外の圧力モニタ用CPU 2 0、CNC用CPU 2 5 でこの処理を行ってもよく、動作処理に余裕のあるCPUで実行させるものである。

## 【 0 0 3 9 】

まず、樹脂評価を行う日時、成形機の種類、シリンダの断面積、樹脂の種類、樹脂のロット番号、成形条件（この成形条件も解析条件の一つ）、さらに、樹脂評価を行うための解析条件としての樹脂温度を変えるためにシリンダ温度（及び／又はノズル温度）を複数設定する。この実施形態では  $I$  個の樹脂温度  $TC_i$  ( $i = 0 \sim I - 1$ ) を設定する。又、解析条件としての射出速度を変えるために  $J$  個の射出速度  $V_j$  ( $j = 0 \sim J - 1$ ) を設定しておく。

## 【 0 0 4 0 】

そして、射出成形機のノズル部を開放状態にして、CRT/MDI 29より樹脂評価指令を入力すると、まず、圧力モニタ用CPU 20は、先に設定記憶されている樹脂評価を行う日時、成形機の種類、樹脂の種類、シリンダの断面積、樹脂のロット番号、成形条件を読み出し、樹脂評価データとしてデータ保存用RAM 24に記憶すると共に（ステップA1）、設定されている最大射出時間に相当するサンプリング数  $M$  をセットする（ステップA2）。そして、指標  $N$ 、 $i$ 、 $j$  を「0」にセットし（ステップA3）、まず、指標  $i$  で示される樹脂温度  $TC_i$  を読み出しシリンダ（及び／又はノズル温度）の設定温度とする（ステップA4）。そして、この図2で示すフローチャートでは省略しているが、シリンダ（及び／又はノズル）に取り付けられた温度センサから検出される温度がこの設定樹脂温度  $TC_i$  に達すると、指標  $j$  で示される射出速度  $V_j$  を読み出し射出条件の射出速度としてセットし（ステップA5）、サンプリング回数を計数するカウンタ  $m$  を「0」にセットし射出開始させる（ステップA6）。

## 【 0 0 4 1 】

次に、射出成形機のスクリュに取り付けられ、該スクリュに加わる樹脂からの圧力（射出圧力）を検出するロードセル等の圧力検出器からの検出圧力をA/D変換器12を介して圧力モニタCPU 20が読み込んだ樹脂圧力（射出圧力） $P_r$  と、サーボCPUが位置・速度検出器11からのフィードバック信号により検出し現在位置記憶レジスタに記憶しているスクリュの現在位置  $SP$  を読み取りレジスタにカウンタ  $m$  の値に合わせて  $P_r(m)$ 、 $SP(m)$  として格納し（ステップA8）、カウンタ  $m$  の値が設定値  $M$  に達したか判断する（ステップA9）。

達していなければ、カウンタ $m$ を「1」インクリメントし（ステップA10）、ステップA7に戻る。以下サンプリング周期毎、ステップA7～ステップA10の処理を繰り返し、樹脂圧力（射出圧力） $P_r$ とスクリュ位置 $SP$ を各サンプリング周期毎レジスタに記憶する。

## 【0042】

カウンタ $m$ の値が設定されている最大射出時間に対応するサンプリング数 $M$ に達すると、現在の指標 $N$ の値、現在設定されている樹脂温度 $T_i$ 、射出速度 $V_j$ 、カウンタ $m$ の値、レジスタに記憶する樹脂圧力（射出圧力） $P_r(0) \sim P_r(M)$ 、スクリュ位置 $SP(0) \sim SP(M)$ をデータ保存用RAM24内に設けられたテーブルTb-1に図5に示すように格納する（ステップA11）。

## 【0043】

その後、指標 $N$ 、 $j$ をそれぞれ「1」インクリメントし（ステップA12、A13）、指標 $j$ が設定値である射出速度の数 $J$ に達したかを判断し（ステップA14）、達していなければ、ステップA5に戻り、指標 $j$ の値で示される設定射出速度 $V_j$ にセットし、前述したステップA6以下の処理を行う。

## 【0044】

以下、指標 $j$ が設定値 $J$ に達するまで、ステップA5～A14の処理を繰り返し実行し、図5に示すデータテーブルTb-1が作成されることになる。

## 【0045】

一方、指標 $j$ の値が設定値 $J$ に達すると、指標 $i$ を「1」インクリメントし（ステップA15）、該指標 $i$ が設定値 $I$ に達しているか判断し（ステップA16）、達していなければ、指標 $j$ を「0」にセットし（ステップA17）、ステップA4に戻り、シリンダ温度を次の温度すなわち $TC_i$ にセットし、温度センサから該温度に達したことが検出されると、前述したステップA5以下の処理を開始する。

## 【0046】

以下、指標 $i$ が設定値 $I$ に達するまで、上述したステップA4～ステップA17までの処理を繰り返し実行し、図5に示すテーブルTb-1を作成する。

## 【0047】



すなわち、指標N毎に、樹脂温度 $TC_i$ 、射出速度 $V_j$ 、サンプリング時間をカウントするカウンタ $m$ の値、樹脂圧力（射出圧力） $P_r(0) \sim P_r(M)$ 、スクリュ位置 $SP(0) \sim SP(M)$ が記憶される。そして、1つの樹脂温度 $TC_i$ に対して射出速度は $V(0) \sim V(J-1)$ まで変化し、1つの樹脂温度 $TC_i$ とJ個の射出速度 $V_j$ の組み合わせに対して、時間としてのカウンタ $m$ の値が $0 \sim M$ 、射出圧力、スクリュ位置のデータがそれぞれ $P_r(0) \sim P_r(M)$ 、スクリュ位置 $SP(0) \sim SP(M)$ となる。指標Nが $0 \sim (IJ-1)$ までの、 $(I \times J)$ 個のこれらデータの組み合わせが、このテーブル $Tb-1$ に記憶されることになる。

## 【0048】

こうして、樹脂評価のためのデータ収集処理が終了すると、データテーブル $Tb-1$ に記憶したデータ及び、予め記憶設定されている樹脂評価の日時、成形機の種類、シリンダの断面積、樹脂の種類、樹脂のロボット番号、成形条件を通信インターフェイス31を介して、外部のパソコンに送信される。

## 【0049】

パソコンでは、樹脂評価を射出速度を用いて評価するか、流量を用いて評価するかを選択し、かつ、樹脂圧力（射出圧力）を選択する要因を、時間かスクリュ位置かを選択する。この樹脂圧力（射出圧力）の選択は、樹脂特性を評価するに適した任意の時間又はスクリュ位置を設定するもので、例えば、射出を完了し保圧開始に相当するような時間又はスクリュ位置を選択する。時間が選択され、その時間（射出開始からの経過時間）が設定されると、この設定時間に合うカウンタ $m$ の値における樹脂圧力（射出圧力） $P_r(m)$ が読み出され、N個の樹脂圧力（射出圧力）、射出速度、樹脂温度の組み合わせ（ $P_r$ 、 $V$ 、 $TC$ ）が決まる。又、樹脂圧力（射出圧力）を選択する要因をスクリュ位置としてその位置がセットされたときには、このセットされたスクリュ位置に対応する位置（一番近い位置） $SP$ をデータテーブル $Tb-1$ から選択し、この選択位置に対応する樹脂圧力（射出圧力） $P_r$ を選出する。そして、前述同様にN個の樹脂圧力（射出圧力）、射出速度、樹脂温度の組み合わせ（ $P_r$ 、 $V$ 、 $TC$ ）（ $= (P, v, T)$ ）を決める。

## 【 0 0 5 0 】

そして、樹脂評価をするために、射出速度を用いることが選択された場合には、上記N個の樹脂圧力（射出圧力）、射出速度、樹脂温度の組み合わせ（ $P_r$ 、 $V$ 、 $T_C$ ）に基づいて、上記（5）～（7）式からなる3元連立方程式をとき、 $\sigma (= \log A)$ 、 $\alpha$ 、 $\beta$ を求め、樹脂圧力（射出圧力）の速度依存度 $\alpha$ 、樹脂温度依存度（ $\log A - \beta T$ ）を求め樹脂特性を評価すると共に、上記（1）式からなる樹脂の温度と射出速度と樹脂圧力（射出圧力）の相互依存関係関数を求める。

## 【 0 0 5 1 】

又、樹脂評価をするために、流量を用いることが選択された場合には、射出速度にシリンダ断面積を乗じて流量 $Q$ を求め、N個の樹脂圧力（射出圧力）、流量、樹脂温度の組み合わせ（ $P_r$ 、 $Q$ 、 $T_C$ ）を得る。その後、上記（12）～（14）式からなる3元連立方程式を解き、 $\sigma (= \log B)$ 、 $\gamma$ 、 $\beta$ を求め、樹脂圧力（射出圧力）の流量依存度 $\gamma$ 、樹脂温度依存度（ $\log B - \beta T$ ）を求め樹脂特性を評価できるようにし、上記（8）式からなる樹脂の温度と射出速度と樹脂圧力（射出圧力）の相互依存関係関数を求める。

## 【 0 0 5 2 】

上述した第1の実施形態では、射出開始から所定サンプリングタイム毎に樹脂圧力（射出圧力） $P_r$ （m）、スクリュ位置 $SP$ （m）を採取し、このデータをパソコンに送るようにしたが、後述するような第2、第3の実施形態のように、予め樹脂圧力（射出圧力） $P_r$ を検出する時間（射出開始からの経過時間）、スクリュ位置を決めておき、この決められた時期又はスクリュ位置においてのみ樹脂圧力（射出圧力） $P_r$ を検出記憶するようにすれば、N個の樹脂圧力（射出圧力）、射出速度、樹脂温度の組み合わせ（ $P_r$ 、 $V$ 、 $T_C$ ）がパソコンに送信されることになり、このデータを用いてパソコンは解析すればよいことになる。

## 【 0 0 5 3 】

上述した第1の実施形態は樹脂評価のためのデータ収集とデータ解析を分離し、データ解析を射出成形機該のパソコンで行うようにしたが、次に説明する第2、第3の実施形態は、射出成形機でデータ収集もデータ解析も行うようにしたも

のである。

#### 【 0 0 5 4 】

図 3 は、この第 2 の実施形態における射出成形機の制御装置 1 における PMC 用 CPU 2 1 が実行する樹脂評価処理のフローチャートである。（ステップ B 1、B 2、B 4 の処理は第 1 の実施形態におけるステップ A 1、A 2、A 3 の処理と同一であり、説明を省略する。この第 2 の実施形態では、ステップ B 3 において、予め設定されている樹脂圧力（射出圧力）を検出するスクリュ位置  $SP_s$  をセットする点加わっている。又、シリンダに指標  $i$  で示される設定温度  $TC_i$  をセットし、温度センサで検出されるシリンダ温度がこの設定温度  $TC_i$  に達するまで待ち、指標  $j$  で示される設定射出速度  $V_j$  を設定し、サンプリングタイムを計数するカウンタ  $m$  を「0」にして射出を開始するステップ B 5～B 7 の処理は第 1 の実施形態のステップ A 4～A 6 の処理と同一であり、詳細な説明は省略する。

#### 【 0 0 5 5 】

射出が開始されると、樹脂圧力（射出圧力） $P_r$ 、スクリュ位置  $SP$  を読み取り（この点も第 1 の実施形態のステップ A 7 の処理と同一）（ステップ B 8）、読み取ったスクリュ位置  $SP$  が設定位置  $SP_s$  以下か判断する（ステップ B 9）。スクリュ位置の座標系は、シリンダの先端点が原点とされ反射出方向がプラス方向とされてることから、 $SP > SP_s$  で検出スクリュ位置  $SP$  が設定位置  $SP_s$  より大きいときには、スクリュは設定スクリュ位置  $SP_s$  まで達していないことを意味する。この場合は、カウンタ  $m$  の値が設定されている最大射出時間に相当するサンプリング回数  $M$  に達しているか判断し（ステップ B 10）達していなければ、カウンタ  $m$  を「1」インクリメントし（ステップ B 11）、ステップ B 8 に戻る。以下サンプリング周期毎にステップ B 8～B 11 の処理を繰り返し実行する。

#### 【 0 0 5 6 】

読み取ったスクリュ位置  $SP$  が設定位置  $SP_s$  以下と判断されると（ステップ B 9）、データ保存用 RAM 2 4 に設けられている図 6 に示すようなデータテーブル T b - 2 に、現在の指標  $N$  の値、ステップ B 5 で設定している現在のシリン

ダ温度  $TC_i$ 、ステップ B 6 で設定している現在の射出速度  $V_j$ 、ステップ B 8 で読み取った樹脂圧力（射出圧力） $P_r$  を書き込み記憶する（ステップ B 1 2）。

#### 【0 0 5 7】

そして、指標  $N$ 、 $j$  を「1」インクリメントし（ステップ B 1 3、B 1 4）、指標  $j$  が設定値  $J$  に達しているか判断し（ステップ B 1 5）、達していなければ、ステップ B 6 に戻り次の射出速度、すなわち指標  $j$  で示される射出速度  $V_j$  をセットし射出を行い、ステップ B 7 以下の前述した処理を行う。このようにして指標  $j$  が設定値  $J$  に達した時点では、指標  $N$  が  $0 \sim (J - 1)$ 、シリンダ温度は  $TC_0$ 、射出速度が  $V_0 \sim V_{(J-1)}$ 、検出射出圧力  $P_{r0} \sim P_{r(J-1)}$  のデータがテーブル  $Tb - 2$  に記憶されることになる。

#### 【0 0 5 8】

指標  $j$  が設定値  $J$  に達したことが検出されると、指標  $i$  を「1」インクリメントし（ステップ B 1 6）、該指標  $i$  が設定値  $I$  に達しているか判断し（ステップ B 1 7）、達していなければ、指標  $j$  を「0」にセットして（ステップ B 1 8）、ステップ B 5 に戻る。シリンダに次の温度、すなわち指標  $i$  で示される温度  $TC_i$  をセットし、該温度にシリンダ温度が達するまで待った後、前述したステップ B 6 以下の処理を行う。以下、指標  $i$  が設定値  $I$  に達するまでステップ B 5 ～ B 1 7 の処理を行い設定値  $I$  に達すると、ステップ B 1 7 からステップ B 1 9 へ移行する。この時点では、図 6 に示すようにデータテーブル  $Tb - 2$  には、指標  $N$  が  $0 \sim (I \times J - 1)$  まで変化し、それぞれにシリンダ温度  $TC$ 、射出速度  $V$ 、樹脂圧力（射出圧力） $P_r$  が記憶されることになる。

#### 【0 0 5 9】

このデータテーブル  $Tb - 2$  のデータに基づいて、ステップ B 1 9 では、樹脂評価の解析を行う。この場合、射出速度で解析を行うよう設定されていれば、データテーブル  $Tb - 2$  に記憶されている  $N$  個の樹脂圧力（射出圧力）、射出速度、シリンダ温度の組み合わせ（ $P_r$ 、 $V$ 、 $TC$ ）に基づいて、上記（5）～（7）式からなる 3 元連立方程式をとき、 $\sigma (= \log A)$ 、 $\alpha$ 、 $\beta$  を求め、樹脂圧力（射出圧力）の速度依存度  $\alpha$ 、樹脂温度依存度（ $\log A - \beta T$ ）を求め樹脂特性

を評価すると共に、上記（１）式からなる樹脂の温度と射出速度と樹脂圧力（射出圧力）の相互依存関係関数を求め、この速度依存度  $\alpha$ 、樹脂温度依存度（ $\log A - \beta T$ ）、相互依存関係関数を表示装置の画面に表示して、この樹脂評価処理を終了する。

## 【 0 0 6 0 】

又、樹脂評価をするために、流量を用いることが選択された場合には、射出速度にシリンダ断面積を乗じて流量  $Q$  を求め、 $N$  個の樹脂圧力（射出圧力）、流量、シリンダ（樹脂）温度の組み合わせ（ $P_r$ 、 $Q$ 、 $T_C$ ）を得る。その後、上記（１２）～（１４）式からなる３元連立方程式を解き、 $\sigma$ （ $=\log B$ ）、 $\gamma$ 、 $\beta$  を求め、樹脂圧力（射出圧力）の流量依存度  $\gamma$ 、樹脂温度依存度（ $\log B - \beta T$ ）を求め樹脂特性を評価できるようにし、上記（８）式からなる樹脂の温度と射出速度と樹脂圧力（射出圧力）の相互依存関係関数を求め、流量依存度  $\gamma$ 、樹脂温度依存度（ $\log B - \beta T$ ）、相互依存関係関数を表示装置の画面に表示して、この樹脂評価処理を終了する。

## 【 0 0 6 1 】

上述した第２の実施形態は、樹脂圧力（射出圧力） $P_r$ を検出するタイミングをスクリュ位置によって決めていた。この点を射出開始からの経過時間に予つて、このタイミングを決める第３の実施形態について以下図４に示すフローチャートと共に説明する。

## 【 0 0 6 2 】

この第３の実施形態の処理におけるステップ  $C_1 \sim C_7$  までの処理は、第２の実施形態におけるステップ  $B_1 \sim B_7$  までの処理に対応し、この処理の中で、ステップ  $B_3$  ではスクリュ位置  $SP_s$  がセットされる点が、ステップ  $C_3$  では、射出開始からの経過時間  $m_s$  がセットされる点、及びカウンタ  $m$  が射出開始からの時間を計測する点で相違するのみであるので、詳細な説明は省略する。

## 【 0 0 6 3 】

シリンダ温度  $T_{C_i}$ 、射出速度  $V_j$  がセットされ射出が開始されると（ステップ  $C_7$ ）、この第３の実施形態では、射出開始からの経過時間を計測するカウンタ  $m$  の値が設定値  $m_s$  に達するまで待つ（ステップ  $C_8$ ）。設定時間  $m_s$  になる

と、樹脂圧力（射出圧力） $P_r$ を読み取り、図6に示すデータテーブルTb-2に、現在の指標Nの値、ステップC5で設定している現在のシリンダ温度 $TC_i$ 、ステップC6で設定している現在の射出速度 $V_j$ 、ステップC9で読み取った樹脂圧力（射出圧力） $P_r$ を書き込み記憶する（ステップC10）。以下の処理のステップC11～C17の処理は第2の実施形態における（ステップB13～B19の処理と同一である。

#### 【0064】

すなわち、指標N、jを「1」インクリメントし、指標jが設定値Jになるまで、ステップC6～C13の処理を繰り返し実行し、 $j = J$ となると、指標iを「1」インクリメントし、該指標iが設定値Iになるまで、指標jを「0」にセットした後、ステップC5以下の処理を繰り返し実行する。そして、 $i = I$ となった時点では、図6に示すようなデータテーブルTb-2が完成する。このデータテーブルTb-2のデータに基づいて、ステップC17では、第2の実施形態でのステップB19の処理と同一の処理を行って、相互依存関係関数等を求め表示する。この点は前述した通りであるから説明を省略する。

#### 【0065】

上述した各実施形態では、樹脂圧力として、スクリュに取り付けられたロードセル等の圧力センサで検出するスクリュに加わる溶融樹脂からの圧力（射出圧力）を用いたが、樹脂の圧力を検出できるようなものであればよく、例えば、シリンダ先端、又はノズル部に設けた圧力センサによって樹脂圧力を検出してこの検出圧力を樹脂圧力としてもよい。また、樹脂温度として上述した各実施形態ではシリンダ温度を用いたが、ノズル温度を樹脂温度としてもよく、樹脂温度を一番よく現すものをこの樹脂温度として用いる。

#### 【0066】

#### 【発明の効果】

本発明は、射出成形機を用いて、樹脂特性を評価することができ、特別な樹脂特性測定装置を用いる必要がない。しかも、射出成形機を利用した実成形と同じ条件下で樹脂特性の評価が数値化されたデータとして得られるから、従来より簡便な方法で、実際の成形に役立つ樹脂特性データの取得が可能となり、成形品質

を向上させることが可能となる。

【図面の簡単な説明】

【図 1】

本発明の樹脂評価方法を実施する樹脂評価装置の一部、若しくは評価装置自体を構成する射出成形機の制御装置の要部ブロック図である。

【図 2】

本発明の第 1 の実施形態における樹脂評価のためのデータ収集処理のフローチャートである。

【図 3】

本発明の第 2 の実施形態における樹脂評価処理のフローチャートである。

【図 4】

本発明の第 3 の実施形態における樹脂評価処理のフローチャートである。

【図 5】

本発明の第 1 の実施形態における収集したデータを記憶するデータテーブルの説明図である。

【図 6】

本発明の第 2、第 3 の実施形態における収集したデータを記憶するデータテーブルの説明図である。

【図 7】

射出速度は変えずに樹脂温度（シリンダ温度）を変えて、射出開始からの経過時間の関数として樹脂圧力（射出圧力）を測定した結果を示す図である。

【図 8】

樹脂温度（シリンダ温度）、射出速度を変えて、樹脂圧力（射出圧力）を測定した結果を示す図である。

【図 9】

樹脂の乾燥時間に対する樹脂評価値を示す図である。

【符号の説明】

- 1 射出成形機の制御装置
- 1 1 位置・速度検出器

特 2 0 0 1 - 0 6 3 5 2 9

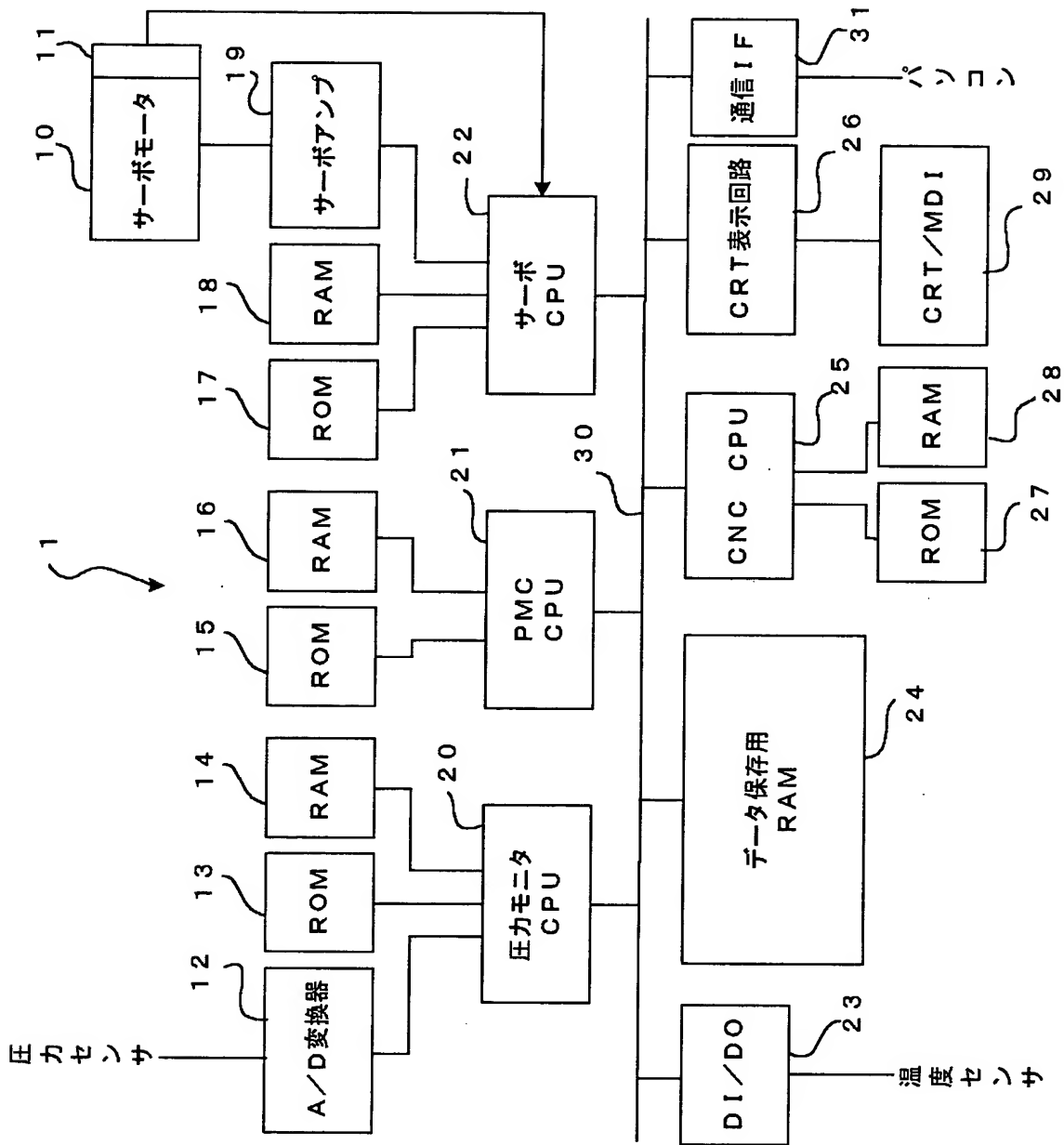
3 0 バス



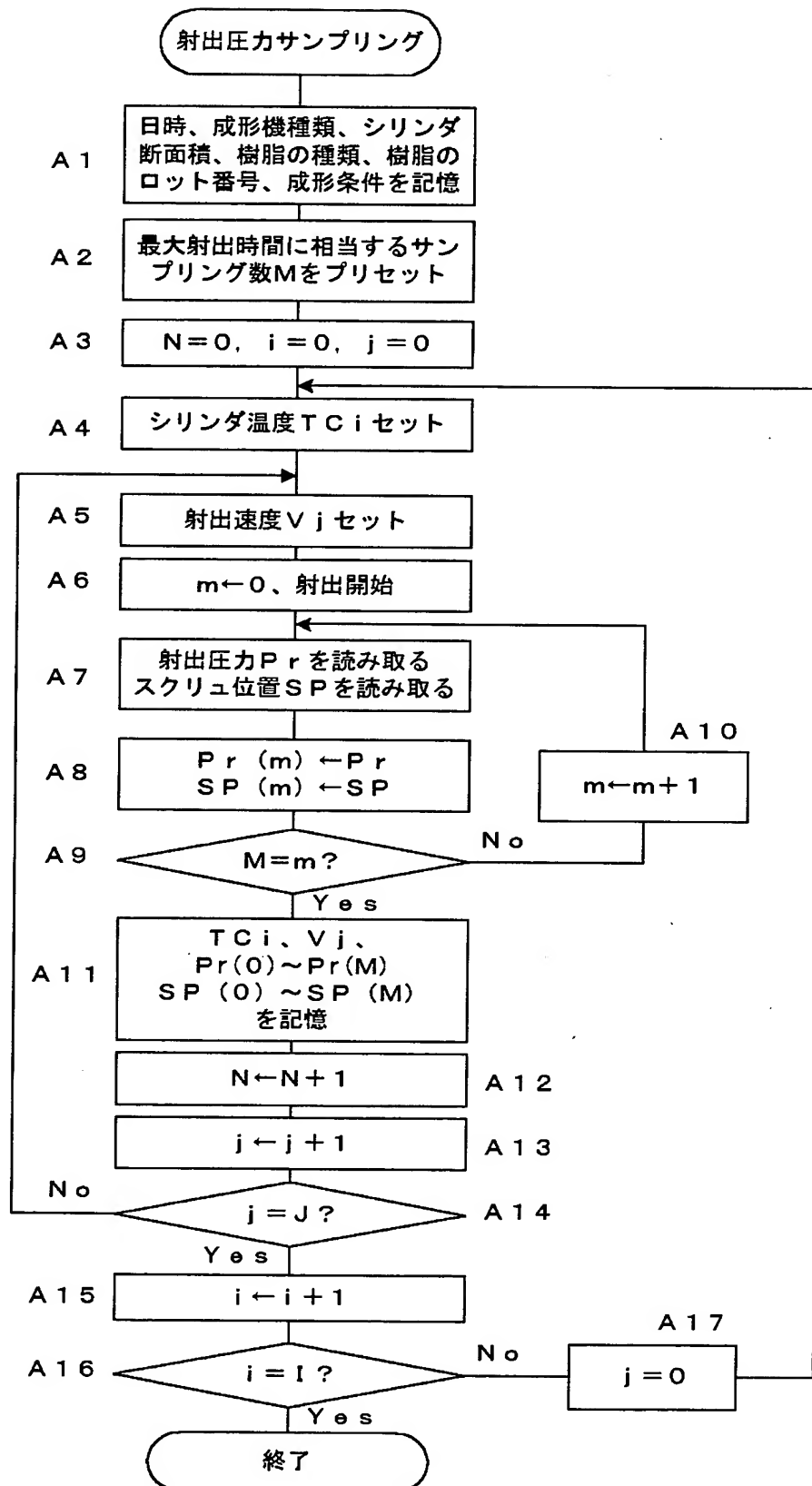
【書類名】

図面

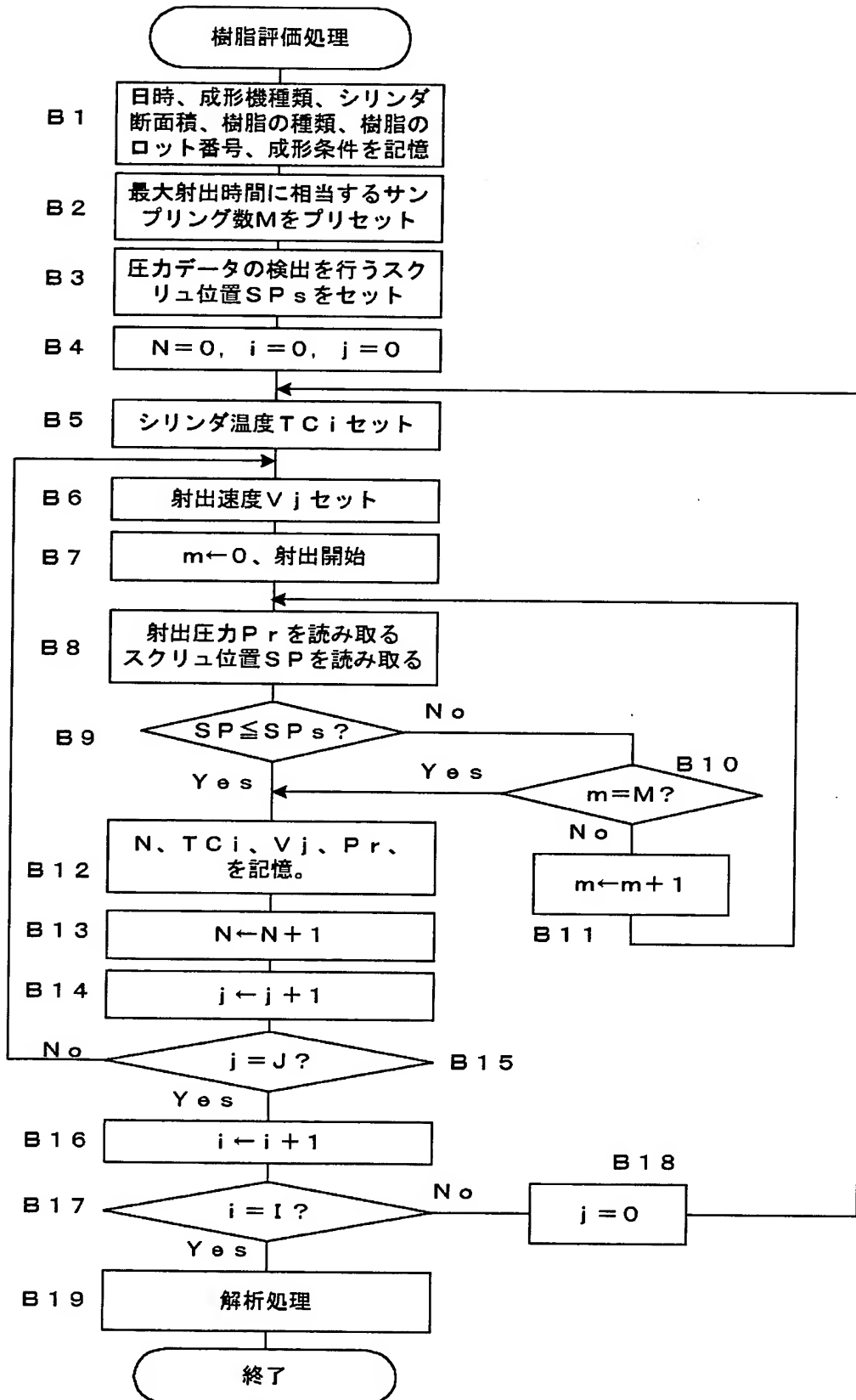
【図1】



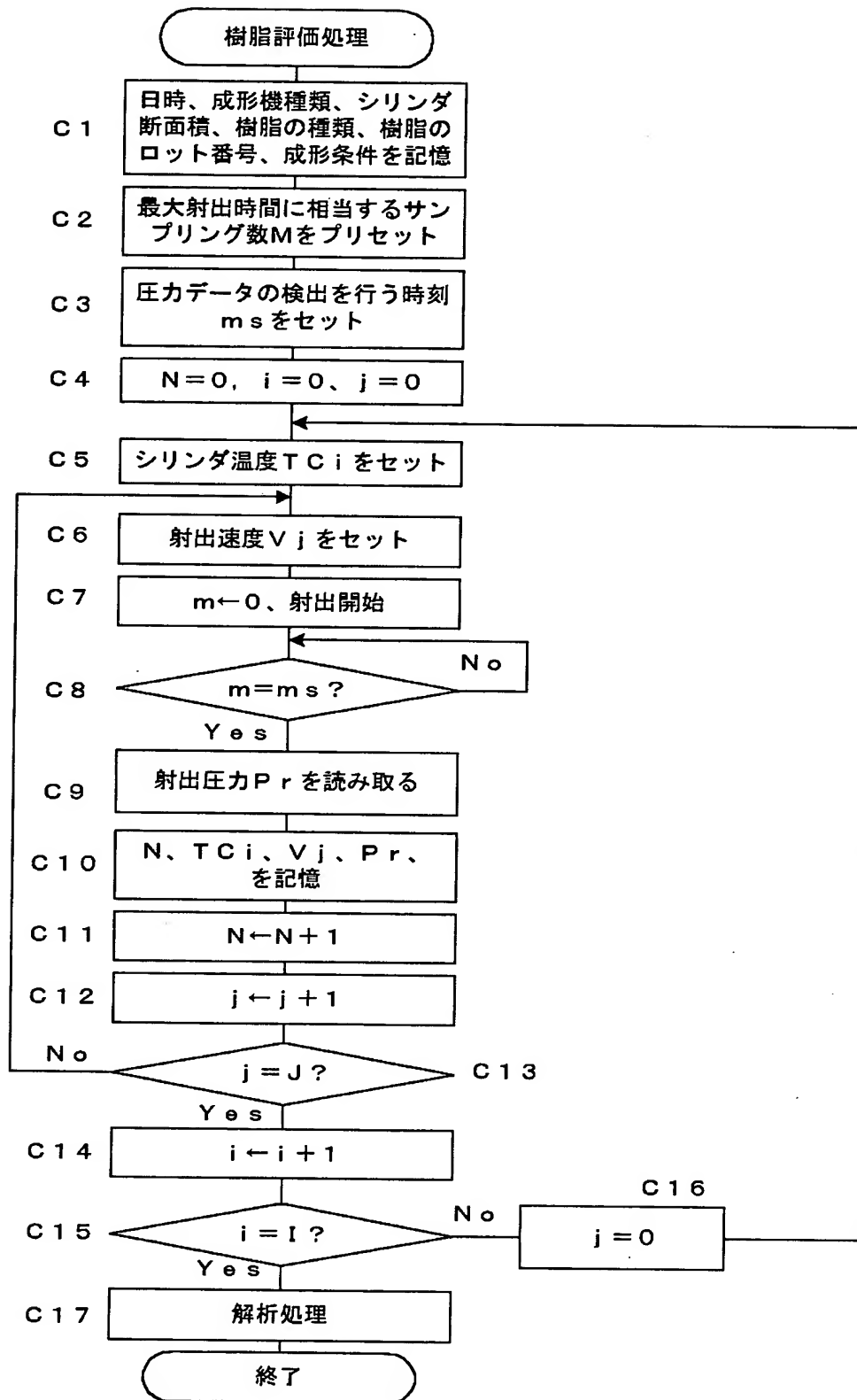
【図 2】



【図 3】



【図 4】



【図5】

Tb-1

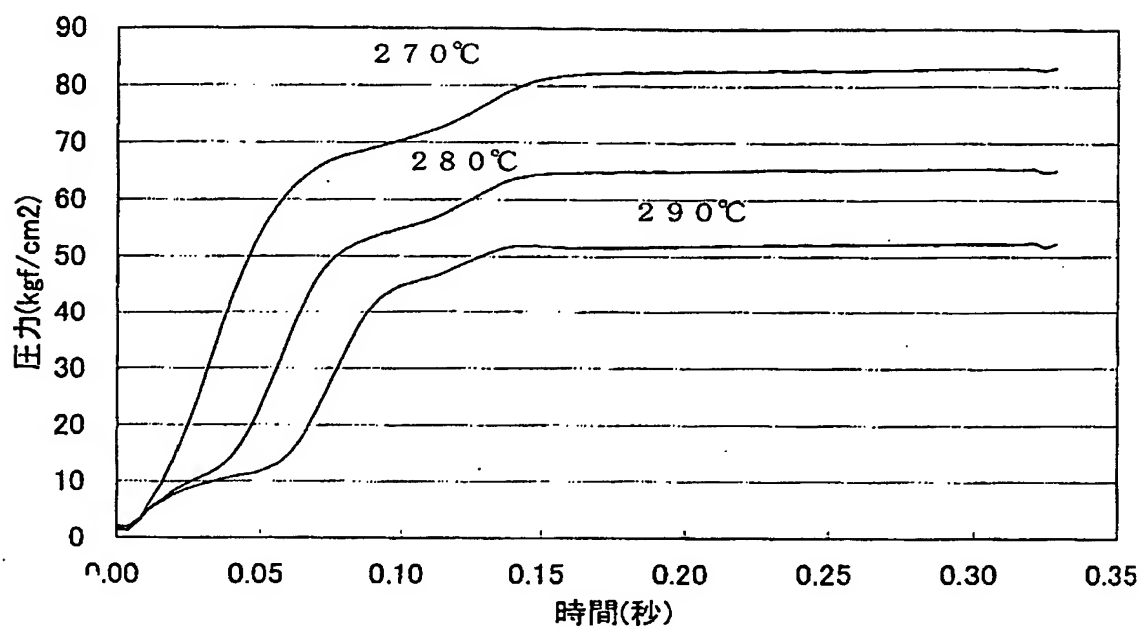
N	温度	速度	時間m	圧力	位置
0	TC0	V0	0 1 . . M	Pr(0) Pr(1) . . Pr(M)	SP(0) SP(1) . . SP(M)
1	TC0	V1	0 . . M	Pr(0) . . Pr(M)	SP(0) . . SP(M)
.	.	.	.	.	.
J-1	TC0	V(J-1)	0 . . M	Pr(0) . . Pr(M)	SP(0) . . SP(M)
J	TC1	V0	0 . . M	Pr(0) . . Pr(M)	SP(0) . . SP(M)
.	.	.	.	.	.
2J-1	TC0	V(J-1)	0 . . M	Pr(0) . . Pr(M)	SP(0) . . SP(M)
.	.	.	.	.	.
.	.	.	.	.	.
.	.	.	.	.	.
(I-1)J	TCI-1	V0	0 . . M	Pr(0) . . Pr(M)	SP(0) . . SP(M)
.	.	.	.	.	.
IJ-1	TCI-1	V(J-1)	0 . . M	Pr(0) . . Pr(M)	SP(0) . . SP(M)

【図6】

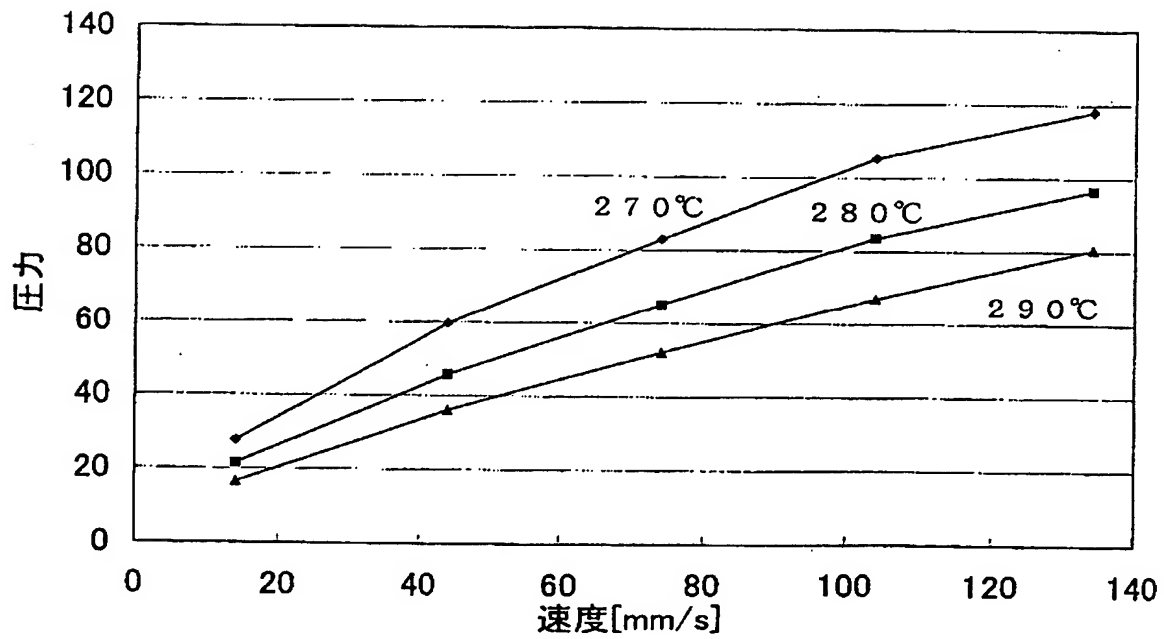
Tb-2

N	温度	速度	圧力
0	TC0	V0	Pr0
1	TC0	V1	Pr1
⋮	⋮	⋮	⋮
J-1	TC0	V(J-1)	Pr(J-1)
J	TC1	V0	Pr0
⋮	⋮	⋮	⋮
2J-1	TC1	V(J-1)	Pr(J-1)
⋮	⋮	⋮	⋮
(I-1)J	TCI	V0	Pr(0)
⋮	⋮	⋮	⋮
IJ-1	TCI	V(J-1)	Pr(J-1)

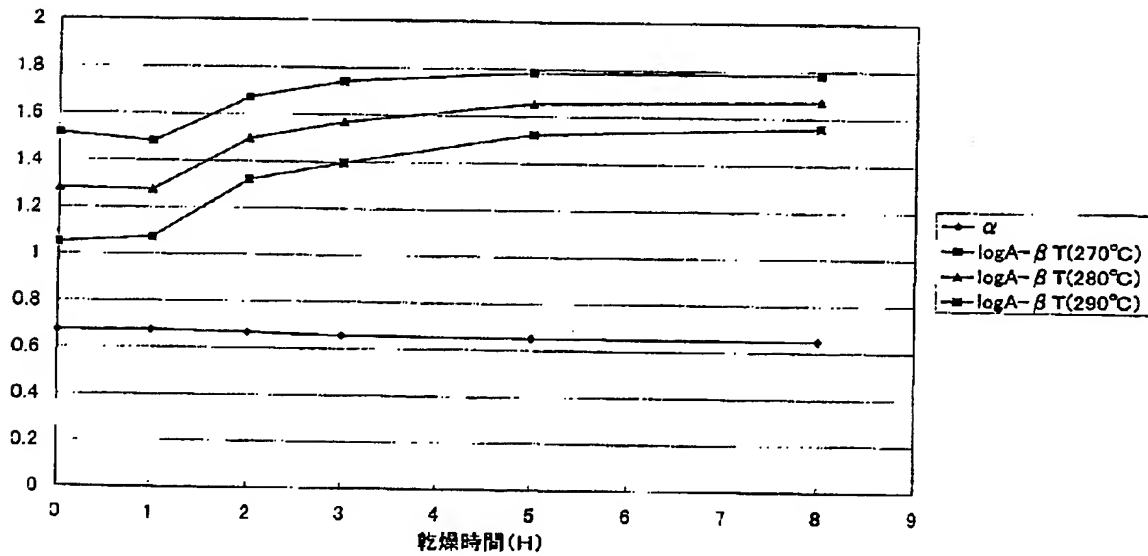
【図7】



【図 8】



【図 9】



【書類名】 要約書

【要約】

【課題】 成形機を利用して、樹脂特性を測定、評価する方法及び装置を提供する。

【解決手段】 シリンダ温度  $TC_i$  (B 5)、射出速度  $V_j$  (B 6) を変えて、射出を行い (B 7)、設定スクリュ位置  $SP_s$  における射出圧力  $P_r$  を検出する (B 8, B 9, B 12)。N 個の射出圧力、射出速度、シリンダ温度射出速度、の組み合わせデータ ( $P_r$ 、 $V$ 、 $TC$ ) を得る (B 12)。このデータを用いて、最小 2 乗法によって、圧力、速度、温度の相互依存関係関数  $P = A v^\alpha e^{-\beta T}$  を求める (B 19)。 $\alpha$  は圧力に影響を与える速度依存度を現し、 $\log A - \beta T$  は温度依存度を示す。

【選択図】 図 3



認定・付加情報

特許出願の番号	特願2001-063529
受付番号	50100321970
書類名	特許願
担当官	第六担当上席 0095
作成日	平成13年 3月 8日

<認定情報・付加情報>

【提出日】	平成13年 3月 7日
-------	-------------

出 願 人 履 歴 情 報

識別番号 [390008235]

1. 変更年月日 1990年10月24日

[変更理由] 新規登録

住 所 山梨県南都留郡忍野村忍草字古馬場3580番地  
氏 名 ファナック株式会社